

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ГГТУ им. П.О. Сухого

_____ А.А.Бойко

04.07. 2019 г.

Регистрационный № УДмаг-78/уч.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности магистратуры

1-43 80 01 «Электроэнергетика и электротехника»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта специальности 1-43 80 01-2019 «Электроэнергетика и электротехника» рег. № ОСВО 1-43 80 01-2019
учебных планов второй ступени высшего образования специальности 1-43 80 01 «Электроэнергетика и электротехника» № I 43-2-06/уч от 03.04.2019; I 43-2-14/уч от 03.04.2019

СОСТАВИТЕЛЬ:

П.С. Шаповалов, доцент кафедры «Физика и электротехника», учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого» кандидат физика-математических наук, доцент.

Рецензенты:

А.В. Максименко, доцент кафедры «Радиофизика и электроника» учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», кандидат технических наук, доцент

Ю.В. Крышнев, заведующий кафедрой «Промышленная электроника», учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого» кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Физика и электротехника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 9 от 23.05. 2019 г.);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 25.06. 2019 г.);

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа предназначена для специальности магистратуры 1-43 80 01 «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Техническая электродинамика». Программа отражает современное состояние электротехнической науки. Основными акцентами программы являются: организация учебного процесса и изучение материала в тесной связи с современными техническими применениями, развитие навыков и умений в проведении экспериментальных исследований, анализе и изложении полученной технической информации.

Цель преподавания учебной дисциплины

Курс технической электродинамики является формированием определенных компетенций, включающих знание и умения по разработке эффективных инновационных технологий для современного промышленного производства; разработка и внедрения современных электротехнических устройств в различные отрасли народного хозяйства; проектирование элементов электрооборудования технологических процессов.

Задачи изучения учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины магистрант должен знать:

- новые тенденции мирового развития технической электродинамики;
- теоретические основы работы современного электрооборудования;
- методы повышения эффективности работы электротехнических устройств;

магистрант должен уметь:

- использовать на практике современные знания технической электродинамики;
- внедрять современное электрооборудование в производство;
- произвести математический расчет электромагнитных процессов в устройствах.

Освоение современной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

- иметь способность к постоянному самообразованию;
- быть способным к сотрудничеству и работе в команде;
- совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;
- проводить научные исследования и уметь ставить эксперименты и проводить обработку экспериментальных данных;
- выполнять конструкторские и проектные работы, знать требования к выполнению проектно-конструкторских работ;
- изучать и применять на практике инновационные технологии в энергетике и электротехнике.

УПК – 2 «Быть способным применять решения уравнений электромагнитных полей для расчета поверхностного эффекта в проводниках с током, для расчета электродинамических усилий и потерь электрической энергии в системе проводников, соседствующие с проводящими и ферромагнитными средами».

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Данная дисциплина формирует у магистранта знание и умение работы с энергетическим оборудованием, которое необходимо при работе на должностях энергетика и главного энергетика.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины:

Всего часов – 90, аудиторных часов, по дневной форме получения образования – 36, по заочной сокращенной форме обучения – 10, трудоёмкость учебной дисциплины – 3 зачётных единиц.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма получения образования	дневная	заочная
Лекции	18	6
Практические	18	4
Всего	36	10
Форма отчетности	Экзамен (1 семестр)	Экзамен (1 семестр)

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Тема 1. Введение. Электрическое поле.

Предмет электродинамики. Электрический заряд. Теория близкодействия электрического поля. Свойства электрического поля. Единство электрического и магнитного поля. Связанные и свободные электрические заряды. Плотность электрического заряда. Поток вектора напряженности. Закон Гаусса для электрического поля. Диэлектрическая проницаемость, электрическое смещение. Электрический ток проводимости, плотность тока. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатического поля. Работа электростатического поля. Теорема о циркуляции электростатического поля. Потенциал электростатического поля и его связь с напряженностью.

Тема 2. Магнитное поле.

Магнитная индукция, магнитный поток. Принцип непрерывности магнитного потока. Закон электромагнитной индукции. Связь между постоянным электрическим полем и обусловленным им магнитным полем. Напряженность магнитного поля. Симметрия между электрическими и магнитными явлениями. Закон полного тока. Магнитные свойства сред.

Тема 3. Уравнения электродинамики. Граничные условия.

Законы полного тока и электромагнитной индукции в дифференциальной форме. Обобщенный закон Гаусса и принцип непрерывности магнитного потока в дифференциальной форме. Закон сохранения заряда и принцип непрерывности электрического тока в дифференциальной форме. Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Система дифференциальных уравнений электродинамики для линейных сред. Система дифференциальных уравнений электродинамики для однородных непроводящих и проводящих сред. Граничные условия на границе раздела двух сред. Граничные условия на границе идеально проводящей среды. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды.

Тема 4. Энергия электромагнитного поля.

Вектор Пойтинга. Закон сохранения Умова-Пойтинга. Теорема Умова-Пойтинга для комплексных амплитуд. Теорема единственности для внутренней задачи электродинамики. Условия излучения. Теорема единственности для внешней задачи электродинамики.

Тема 5. Волновое уравнение электромагнитного поля.

Волновое уравнения для векторов электромагнитного поля. Электродинамические потенциалы. Волновой характер электромагнитного поля. Намагничивание вещества. Токи намагничивания. Намагниченность. Вектор напряжен-

ности магнитного поля. Виды магнетиков: пара- диа- и ферромагнетики, антиферромагнетики. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис.

Тема 6. Статические и стационарные поля.

Уравнения электростатики. Скалярный потенциал электростатики. Метод зеркальных изображений. Энергия электростатического поля. Емкость проводника. Конденсатор. Стационарное электрическое поле в проводящей среде. Метод электростатических аналогий. Уравнения стационарного магнитного поля. Индуктивность, взаимная индуктивность.

Тема 7. Излучение и распространение электромагнитных волн.

Излучения электромагнитных волн. Элементарный электрический излучатель. Элементарный магнитный излучатель. Мощность излучения. Сопротивление излучения. Принцип Гюйгенса-Френеля. Однородная плоская электромагнитная волна. Поляризованные волны. Падение плоской волны на границу раздела двух сред. Полное внутреннее отражение. Дифракция электромагнитных волн. Распространения электромагнитных волн в анизотропных средах.

Тема 8. Электромагнитные волны, направляемые регулярными линиями передач.

Линии передач и их классификация. Решение уравнений Максвелла для регулярных линий передач. Мощность и скорость распространения энергии в волноводе. Круглые и эллиптические волноводы. Волоконный световод.

Тема 9. Линейные устройства СВЧ

Волноводы с нерегулярными элементами. Метод эквивалентных схем. Объемные резонаторы. Добротность резонаторов. Перестройка резонаторов. Вынужденные колебания объемных резонаторов. Частотные фильтры СВЧ.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Электрическое поле.

Расчет электростатического поля зарядов. Расчет потока вектора напряженности. Поля в диэлектриках. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатического поля. Работа электростатического поля. Потенциал электростатического поля.

Тема 2. Магнитное поле.

Расчет магнитной индукция заданных токов. Расчет магнитного потока. Закон электромагнитной индукции. Напряженность магнитного Магнитное поле в магнитных средах.

Тема 3. Уравнения электродинамики. Граничные условия.

Система уравнений Максвелла. Система дифференциальных уравнений электродинамики для линейных сред. Система дифференциальных уравнений электродинамики для однородных непроводящих и проводящих сред. Граничные условия на границе раздела двух сред. Граничные условия на границе идеально проводящей среды.

Тема 4. Энергия электромагнитного поля.

Расчет плотности энергии электрического и магнитного поля. Вектор потока электромагнитной энергии. Закон сохранения электромагнитной энергии.

Тема 5. Волновое уравнение электромагнитного поля.

Вывод волнового уравнения из уравнений Максвелла. у Электродинамические потенциалы. Волновое уравнение в пара- диа- и ферромагнетиках. Магнитный гистерезис.

Тема 6. Статические и стационарные поля.

Расчет электростатических полей. Энергия электростатического поля. Электроемкость проводника. Конденсатор. Расчет плоских конденсаторов.

Тема 7. Излучение и распространение электромагнитных волн.

Расчет элементарного электрического излучателя. Расчет элементарного магнитного излучателя. Однородные плоские электромагнитная волны. Поляризованные волны. Падение плоской волны на границу раздела двух сред. Полное внутреннее отражение. Дифракция электромагнитных волн. Распространения электромагнитных волн в анизотропных средах.

Тема 8. Электромагнитные волны, направляемые регулярными линиями передач.

Решение уравнений Максвелла для регулярных линий передач. Мощность и скорость распространения энергии в волноводе. Распространение электромагнитных волн в Круглые и эллиптических волновода

Тема 9. Линейные устройства СВЧ

Расчет волноводов с нерегулярными элементами. Метод эквивалентных схем. Добротность резонаторов. Вынужденные колебания объемных резонаторов. Частотные фильтры СВЧ.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет электродинамики. Электрический заряд.
2. Теория близкодействия электрического поля. Свойства электрического поля.

3. Единство электрического и магнитного поля. Связанные и свободные электрические заряды. Плотность электрического заряда.
4. Поток вектора напряженности. Закон Гаусса для электрического поля.
5. Диэлектрическая проницаемость, электрическое смещение.
6. Электрический ток проводимости, плотность тока.
7. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатического поля: заряженной плоскости.
8. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатического поля: заряженного прямого провода.
9. Работа электростатического поля. Теорема о циркуляции электростатического поля.
10. Потенциал электростатического поля и его связь с напряженностью.
11. Магнитная индукция, магнитный поток. Принцип непрерывности магнитного потока.
12. Закон электромагнитной индукции. Связь между постоянным электрическим полем и обусловленным им магнитным полем.
13. Напряженность магнитного поля. Симметрия между электрическими и магнитными явлениями.
14. Закон полного тока. Магнитные свойства сред.
15. Законы полного тока и электромагнитной индукции в дифференциальной форме.
16. Обобщенный закон Гаусса и принцип непрерывности магнитного потока в дифференциальной форме.
17. Закон сохранения заряда и принцип непрерывности электрического тока в дифференциальной форме.
18. Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме.
19. Система дифференциальных уравнений электродинамики для линейных сред.
20. Система дифференциальных уравнений электродинамики для однородных непроводящих и проводящих сред.
21. Граничные условия на границе раздела двух сред. Граничные условия на границе идеально проводящей среды.
22. Вектор Пойтинга. Закон сохранения Умова-Пйтинга.
23. Теорема Умова-Пйтинга для комплексных амплитуд.
24. Теорема единственности для внутренней задачи электродинамики. Условия излучения.
25. Волновые уравнения для векторов электромагнитного поля. Электродинамические потенциалы.
26. Волновой характер электромагнитного поля.
27. Намагничивание вещества. Токи намагничивания.
28. Вектор напряженности магнитного поля.
29. Виды магнетиков: пара- диа- и ферромагнетики, антиферромагнетики.
30. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис.
31. Уравнения электростатики. Скалярный потенциал электростатики.
32. Метод зеркальных изображений. Энергия электростатического поля.

33. Електроємкость провoдника. Конденсатор.
34. Стационарное электрическое поля в проводящей среде. Метод электростатических аналогий.
35. Уравнения стационарного магнитного поля.
36. Индуктивность, взаимная индуктивность.
37. Излучения электромагнитных волн. Элементарный электрический излучатель.
38. Элементарный магнитный излучатель. Мощность излучения. Сопротивление излучения.
39. Принцип Гюйгенса-Френеля. Однородная плоская электромагнитная волна.
40. Поляризованные волны.
41. Падение плоской волны на границу раздела двух сред. Полное внутреннее отражение.
42. Дифракция электромагнитных волн.
43. Распространения электромагнитных волн в анизотропных средах.
44. Линии передач и их классификация. Решение уравнений Максвелла для регулярных линий передач.
45. Мощность и скорость распространения энергии в волноводе. Круглые и эллиптические волноводы. Волоконный световод.
46. Волноводы с нерегулярными элементами. Метод эквивалентных схем.
47. Объемные резонаторы. Добротность резонаторов. Перестройка резонаторов.
48. Вынужденные колебания объемных резонаторов. Частотные фильтры СВЧ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА» для специальности 1-43 80 01 «Электроэнергетика и электротехника»

Дневная форма получения образования

Номер раздела	Название раздела, темы			Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	
1	2	3	4	5
1	Тема 1 Введение. Электрическое поле.	2	2	Письменный опрос
	Тема 2. Магнитное поле.	2	2	Письменный опрос
	Тема 3. Уравнения электродинамики. Граничные условия.	2	2	Письменный опрос
	Тема 4. Энергия электромагнитного поля.	2	2	Письменный опрос
	Тема 5. Волновое уравнение электромагнитного поля.	2	2	Письменный опрос
	Тема 6. Излучение и распространение электромагнитных волн.	2	2	Письменный опрос
	Тема 7. Излучение и распространение электромагнитных волн.	2	2	Письменный опрос, отчет
	Тема 8. Электромагнитные волны, направляемые регулярными линиями передач.	2	2	Письменный опрос, отчет
	Тема 9. Линейные устройства СВЧ.	2	2	Письменный опрос, отчет
	Всего	18	18	экзамен

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА» для специальности 1-43 80 01 «Электроэнергетика и электротехника»

Заочная форма получения образования

Номер раздела	Название раздела, темы			Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	
1	2	3	4	5
	Тема 1 Введение. Электрическое поле.	1	1	Письменный опрос
	Тема 2. Магнитное поле.	1	1	Письменный опрос
	Тема 3. Уравнения электродинамики. Граничные условия.	1	1	Письменный опрос
	Тема 4. Энергия электромагнитного поля.	0,5	1	Письменный опрос
	Тема 5. Волновое уравнение электромагнитного поля.	0,5		Опрос
	Тема 6. Излучение и распространение электромагнитных волн.	0,5		Письменный опрос
	Тема 7. Излучение и распространение электромагнитных волн.	0,5		Письменный опрос
	Тема 8. Электромагнитные волны, направляемые регулярными линиями передач.	0,5		Письменный опрос
	Тема 9. Линейные устройства СВЧ.	0,5		Письменный опрос
	Всего	6	4	экзамен

Информационно-методическая часть

Основная литература

1. Белодед, В.И. Электродинамика: учебное пособие для вузов / В.И. Белодед. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011.- 204 с.
2. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика: учебник / О. И. Фальковский. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 429 с.

Дополнительная литература

3. Семенов, Н. А. Техническая электродинамика : учебное пособие для вузов / Н. А. Семенов. - Москва : Связь, 1973. - 481 с.
4. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика / О. И. Фальковский. - Москва : Связь, 1978. - 430 с.
5. Баскаков, С. И. Основы электродинамики : [учеб. пособие для вузов] / С. И. Баскаков. - Москва : Советское радио, 1973. – 248 с.
6. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике : [учеб. пособие для студ. вузов] / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин ; под ред. М. М. Бредова. - 2-е изд.. - Москва : Наука, 1970. – 504 с.
7. Савельев, И.В. Курс физики/ И.В. Савельев - М.: Наука, т. 1-3, 1989.
8. Калашников, С. Г. Электричество/ С. Г. Калашников. - М: Наука, 1977. - 668 с.
9. Яворский, Б. М. Справочник по физике/ Б. М. Яворский, А. А. Детлаф.- М.: Наука, 1990. - 624 с.
10. Ландау Л. Д. Краткий курс теоретической физики : в 2 кн.: учеб. пособие. - Москва : Наука, 1969.
11. Калитиевский, Н. И. Волновая оптика/ Н. И. Калитиевский. - М.: Высш. шк., 1978. - 384 с.
12. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике/ И. Е. Иродов.- М.: Наука, 1988. - 416 с.
13. Чертов, А. Г. Физические величины/ А. Г. Чертов. - М.: Высш. шк., 1990. - 315 с.

Учебно-методические материалы

14. Вяхирев, В.И. Техническая электродинамика: электронный учебно-методический комплекс дисциплины/ Н.И. Вяхирев, В.Н. Гарбуз; кафедра «Промышленная электроника». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2013.

Рекомендации к организации самостоятельной работы магистров

Для стимулирования самостоятельной работы студентов необходимо задания решения задач, вне аудиторного времени, постоянный контроль выполнение самостоятельной работы, а также рассмотрение на аудиторных занятиях задач, вызвавших затруднения при решении.

Необходимо задания написания магистрантами рефератов по современным тенденциям в развитии электротехники и научных теоретических работах по электродинамики.

**Протокол согласования учебной программы
с другими дисциплинами специальности**

Название дисциплины, с которой требуется согла- сование	Название кафедры	Предложения об изменениях в со- держании учебной программы по изучаемой дисци- плине	Решение, принятое кафедрой, разрабо- тавшей учебную программу (с указанием даты и № протокола)
1	2	3	4
Инновационные техниче- ские решения в системах выработки, передачи и распределение электро- энергии	Электроснабжение	нет	

Заведующий кафедрой «Физика и электротехника»

Хило П.А.